

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЭРОФОТОСНИМКОВ

А. Д. Кульневич, В. Л. Радишевский

Научный руководитель: Е. И. Губин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: kulnevich94@mail.ru

### Введение

Данная работа посвящена интеллектуальному анализу графических изображений, прежде всего, аэрофотоснимкам. В качестве исходных данных использовались изображения городских территорий и сельской местности в различных профилях.

Интеллектуальная обработка включала в себя использование таких методов, как методы сегментации, распознавания объектов и выделения нужных границ (image edges).

Целью настоящей работы является обзор методов сегментации, распознавания и выделения границ.

При съёмке местности в зависимости от положения оптической оси камеры можно выделить как вертикальную (плановую), так и наклонную (перспективную) аэрофотосъёмку (рисунок 1).



Рис. 1. Пример наклонной аэрофотосъёмки

Дешифрование аэрофотоснимков – это процесс изучения снимка с целью идентификации определенных объектов и нахождения их свойств.

Автоматизированное тематическое дешифрование снимков – это использование алгоритмов обработки изображений, позволяющих получать интересующую информацию из снимка с минимальным участием человека в этом процессе.

### Алгоритмы интеллектуального анализа изображений

Одним из используемых алгоритмов для выделения границ на аэрофотоснимках является оператор Кэнни. На рисунках 2, 3 представлен пример его работы.



Рис. 2. Оригинальное изображение



Рис. 3. Пример работы оператора Кэнни

Алгоритм сегментации, основанный на графовой модели, позволяет с хорошей точностью семантически отделить (различными цветами) разные объекты на изображениях. Применение сегментации очень полезно в исследованиях, поскольку, в сложных прикладных задачах, как правило, используются изображения с большим числом объектов различных размеров и приблизительно одинаковой точностью, которые необходимо выделять.

Так же, как и в других алгоритмах сегментации, основанных на графах  $G = (V, E)$ , каждому пикселю изображения соответствует вершина графа. Из соседних пар пикселей строится множество рёбер. Временная сложность алгоритма  $O(n \log n)$ , где  $n$  – это количество пикселей. Для обозначения веса рёбер используется разница в яркости между соседними пикселями:

$$W(v_i, v_j) = I(p_i) - I(p_j), \quad (1)$$

где  $p_i$  – обозначение пикселя,  $I(p_i)$  – яркость пикселя,  $v_i$  – вершина графа. Кроме того, для размытия изображения перед вычислением весов используется фильтр Гаусса.

На рисунках 4, 5 представлено оригинальное изображение и результат работы алгоритма сегментации:



Рис. 4. Оригинальное изображение



Рис. 5. Результат применения алгоритма сегментации

На рисунке 6 для сравнения представлен результат работы одного из наиболее популярных алгоритмов – kMeans. Гиперпараметр  $k$ , обозначающий количество сегментов, задан значением 3:



Рис. 6. Результат сегментации k-Means

Как видно из рисунков 5 и 6, используемый алгоритм превосходит kMeans тем, что лучше справляется с выделением однородных областей.

Следующим рассматриваются алгоритмы семейства Morphological Snakes. Данные алгоритмы наилучшим (по времени и эффективности) образом подходят для выделения замкнутых поверхностей, например поверхности земли или воды.

На рисунке 7 представлено оригинальное изображение с водной частью нестандартной (геометрической) формы:



Рис. 7. Оригинальное изображение

Пример использования ACWE алгоритма представлен на рисунках 8 и 9:

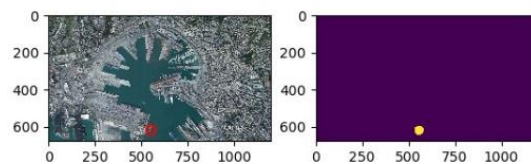


Рис. 8. ACWE алгоритм на первой итерации

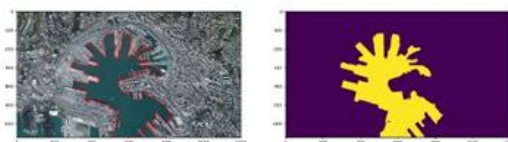


Рис. 9. ACWE алгоритм на 100-й итерации

Как видно из рисунка 9, в контексте данного изображения, алгоритм достаточно точно выделил замкнутую поверхность, представляющую собой водную поверхность.

На рисунке 10 представлен результат работы другого алгоритма из семейства Morphological Snakes – GAC-алгоритма:

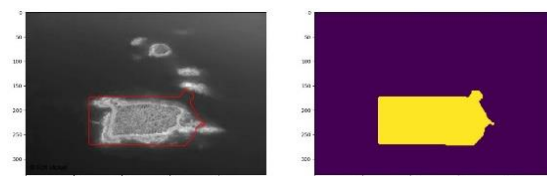


Рис. 10. GAC-алгоритм на 150-й итерации

### Заключение

В данной работе было кратко представлено описание задачи интеллектуального анализа аэрофотоснимков, дано объяснение данному термину, представлены примеры изображений и результаты применения рассматриваемых методов.

В результате исследования алгоритмов интеллектуального анализа аэрофотоснимков были использованы алгоритмы, позволяющие решать одну из задач интеллектуального анализа: сегментация, распознавание объекта, а так же представлены результаты их работы с указанием используемых параметров.

### Список использованных источников

- 1 Felzenszwalb P. F., Huttenlocher D. P. Efficient graph-based image segmentation // International journal of computer vision. – 2004. – Vol. 59. – №. 2. – P. 167-181.
- 2 Álvarez L. et al. Morphological snakes // Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2010 IEEE Conference on. – IEEE, 2010. – P. 2197-2202.
- 3 Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера. – 2006. – 616 с.